

В.О. КОВАЛЕВСЬКИЙ, студент НТУ «ХПІ»

В.В. ЛИСЕНКО, зав. навч. лабораторією кафедри ІВТС, НТУ «ХПІ»

Д.С. ТОЧКОВИЙ, студент НТУ «ХПІ»

АВТОМАТИЗОВАНА СИСТЕМА КЕРУВАННЯ НАКОПИЧУВАЛЬНИМИ БУНКЕРАМИ

В работе рассмотрены вопросы построения автоматической системы управления накопительными бункерами. Представлено техническое решение поставленной задачи. Описан специализированный протокол обмена информации. Составлены расчетные формулы для объемного учета продукции.

We have considered questions of automatic system construction of gathering bins. We have presented the technical solution of assigned task. Also we have created the specialized communication protocol. We have made calculation formulas for volume audit production.

На сучасному етапі розвитку промисловості неможливо керувати виробництвом без його автоматизації. Високі температури, тиск, залежність техніко-економічних показників виробництва від великої кількості різноманітних факторів – усе це зобов’язує до високих вимог керування виробництвом. Із-за цього, в наш час найбільш ефективним є використання автоматизованих систем керування технологічними процесами.

Метою роботи є створення автоматизованої системи керування накопичувальними бункерами насіння соняшника на маслопереробному заводі. Основні функції, які має виконувати така система включає в себе не тільки контроль та керування елементами технологічного процесу, але й обмін даними з системою контролю верхнього рівня, обробку, формування сигналів тривоги; накопичення та збереження інформації, можливість ведення обліку, статистики та аналізу – при підключенні системи до комп’ютеру.

До складу системи - Рисунок 1 - входять:

1. 3 накопичувальних бункери (НБ-1, НБ-2, НБ-3);

За допомогою такої кількості бункерів можливе використання двох бункерів для незалежного завантаження та вивантаження сипучої продукції, а третього - як буферного резервного сховища.

2. Керовані шибєрні засувки (1) (6 шт.), які перекривають потік в верхній та нижній частині кожного накопичувального бункера. Шибєрна засувка має реверсивний електропривод та шляхові датчики двох крайніх положень.

3. Сигналізатори рівня (2), які видають дискретний сигнал (замикання контактів реле при досягненні заданого рівня сипучого продукту) - Марка сигналізаторів рівня «СР-3». Напруга живлення – $+24\pm 4$ В, струм, який споживається, не більш ніж 50 мА.

4. Ящик керування (3) (1 шт.). На монтажній панелі розташовуються: реверсивні пускачі (6 шт.), пристрої захисту привідних двигунів (РЕЗЕ-7 – 3 шт.), загальний захист силових кіл, мікропроцесорні контролери керування

(МКК) (3 шт.), джерела вторинного електроживлення МКК та системи керування, клемні колодки для підключення зовнішніх кіл. На лицьовій панелі розташовуються здвоєні кнопки (з світлодіодною індикацією стану) керування засувками, світлові діоди індикації досягнутого рівня продукту, світлові діоди індикації режиму роботи прийомного та подавального шнеків (4);

5. Інтерфейс для зв'язку з системою верхнього рівня – ІРПС токова петля .

В залежності від ступеню підготовки до роботи обладнання рушально-війкового відділення (РВВ), система керування може виконувати різні функції: ручне керування відкриттям – закриттям засовок, автоматизоване керування (з контролем досягнутого потрібного рівня), автоматичне керування у відповідності з алгоритмом роботи РВВ. У всіх режимах роботи передбачений апаратний захист (по часу та порядку вмикання) двигунів, звукова сигналізація аварійних ситуацій при відмові силового обладнання. В пульті передбачається установка проміжного реле дистанційного (аварійного) вимкання контакторів зовнішньою напругою постійної напруги 24 В з пульта оператора РВВ.

Пульт керування НБ видає наглядну інформацію про стан та режим роботи системи.

АСК є системою як місцевого, так і дистанційного керування та контролю, інтегрується з контролером вищого рівня (КВР) в рамках всього підприємства, завдяки власноруч розробленому протоколу обміну інформації.

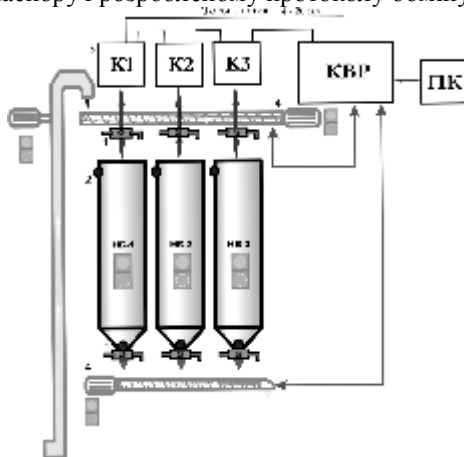


Рис. 1. Схема АСК накопичувальними бункерами

Керування бункерами здійснюється за допомогою МКК. Для трьох накопичувальних бункерів, потрібно три МКК. Інформація з бункера надходить за допомогою шлейфу. На кожному бункері встановлено 2 датчика рівня. До кожного двигуна засувки підключені шляхові датчики, таким чином є можливість знати в яку сторону обертається двигун і положення засувки. Також з

МКК здійснюється керування світловою індикацією та кнопками пуску та стопу на пульті керування [1,2,3].

Алгоритм роботи:

1. При подачі напруги живлення СК НБ-3 виконується внутрішнє тестування системи. При цьому подається короткий звуковий сигнал і світлодіодні індикатори «Робота» після 5-ти секундного „блимання” переходить в режим постійного свічення. Світлодіодні індикатори стану засувки мають колір:

- червоний – якщо засувка повністю закрита;
- зелений – якщо засувка повністю відкрита;

при проміжному положенні засувки підсвічення індикації не здійснюється.

2. При натисненні кнопок керування приводом засувки, виконуються наступні операції: для засувки, котра була попередньо закрита або знаходилась в проміжному положенні, при натисканні зеленої кнопки виконується вмикання контактора прямого ходу привідного двигуна. Світловий індикатор «РОБОТА» переходить в «мерехтливий» режим. Виконується запит стану путьового сенсора крайнього положення «закрито». Після досягнення засувки положення «закрито» виконується вимикання контактора та перехід індикатора «РОБОТА» в неперервний режим свічення. Якщо є перевищення (на 20 %) заданого часу ходу приводу засувки (тобто її заклинення або інші несправності, наприклад вимикання контактору при аварії) тоді вмикається звуковий сигнал «АВАРІЯ» та виконується вимикання контактору. Індикатор «РОБОТА» продовжує знаходитись в «мерехтливому» режимі.

3. Для другого (попередньо відкритого) стану засувки зміна її положення (закриття) виконується натисненням червоної кнопки. При цьому виконується аналогічні дії.

Із-за особливостей компонування силової частини обладнання для одного бункера в один момент часу може бути ввімкнений тільки один привідний двигун. При цьому двигуни різних бункерів можуть бути включені незалежно один від одного і в будь-якій комбінації. За допомогою чого можливе „незалежне” наповнення та спорожнення насінням соняшника накопичувальних бункерів.

В керуванні засувками вибирається прямий та реверсивний рух двигунів. Для того, щоб включити прямий рух необхідно просто подати напругу на двигун. Для реверсивного – необхідно ввімкнути реверсивне реле, після чого необхідно провести затримку, оскільки швидкодія системи складає 1 секунду - одразу подавати напругу на двигуни не можна потрібний час на роботу системи та спрацювання релейних контакторів.

При інтеграції СК НБ-3 у загальну систему автоматизації РВВ, алгоритм керування подається обробкою команд дистанційного (загальносистемного) керування, індикацією стану (режиму роботи) прийомного та давального гвинтових конвеєрів, виконання алгоритмічного захисту обладнання (технічного процесу) від помилкової дії обслуговуючого персоналу.

Мікропроцесорний контролер керування (МКК) власної розробки, призначений для прийому цифрової інформації від силових ящиків керування привідними двигунами, передачі по команді „запит” інформації контролеру верхнього рівня, прийому керуючих даних від контролера верхнього рівня, видачі команд на вмикання проміжних реле та сигналізації. МКК входить у склад ящика групового керування [4].

Характеристики МКК:

- число каналів вводу дискретної інформації – 16; (джерело – „сухий контакт” з живленням від МКК, струм 20 мА при постійній напрузі 24 В, гальванічна розв’язка)

- число вихідних реле: (контакти NO, NC 220 В, 1 А) - 10;

- світлодіодна індикація стану вхідних (вихідних) сигналів, індикація наявності живлюючих напруг, індикація наявності сигналів TxD та RxD, індикація роботи процесора;

- інтерфейс зв’язку з контролером верхнього рівня – ІРПС (токова петля 20 мА), 2400 бод, 8 біт з контролером по парності, живлення з сторони КВІ (передавач КВІ працює на 4 приймача МКК, передавачі МКК працюють в синхронному режимі на приймач КВІ);

- живлення МКК від зовнішнього трансформатору ;

- мікропроцесор AT89S52-24PI, кварц 18432 КГц; [4]

Згідно з програмою світловий діод, який підключений до порту МКК буде спалахувати та гаснути один раз за десять тисяч циклів програми. Виміряний час поміж спалахуванням, та згасанням світлового діоду дорівнює 2,15 секунд. Тоді час роботи 1 циклу:

$$t_{\text{цикл}} = \frac{t_{\text{спал}}}{10000} \quad (1)$$

де $t_{\text{цикл}}$ - час роботи 1 циклу;

$t_{\text{спал}}$ - час поміж спалахуванням та згасанням діоду.

Знайдемо час роботи циклу:

$$t_{\text{цикл}} = \frac{2,15}{10000} = 215 \cdot 10^{-6} \text{ с}$$

Отже час роботу одного циклу дорівнює 215 мікросекунд.

В ході проектування було створено протокол запиту та протокол відповіді, які відповідають усім необхідним вимогам для передачі інформації. Структура протоколу-запиту та протоколу-відповіді зображена на рисунку 2 та 3.



Рис. 2 – Структура протоколу (запиту) МКК

В структурі протоколу використовується наступний формат даних:

- 1-й, 2-й біти: це адреса МКК (00 – перший, 01 – другий, 10 - третій);
- 3-й – 5-й біти: № пристрою до МКК. Є можливість підключення до семи пристроїв.
- 6-й – 7-й біти: тип команди до МКК;
- 8-й біт: біт парності (1- непарна кількість одиниць, 0 - парна кількість)

№ бункера	ВЗ	НЗ	ВУ	НУ	Біт парності	паритет

Рис. 3 – Структура протоколу (відповідь) МКК

- 1-й, 2-й біти - адреса бункеру (00 – перший, 01 – другий, 10 - третій);
- 3-й біт: ВЗ – верхня засувка (1 – відкрито; 0 – закрито);
- 4-й біт: НЗ – нижня засувка (1 – відкрито; 0 – закрито);
- 5-й біт: ВР – датчик верхнього рівня (1 – досягнуто; 0 - ні);
- 6-й біт: НР – датчик нижнього рівня (1 – досягнуто; 0 - ні);
- 7-й біт - біт готовності (1 – готов; 0 - аварія);
- 8-й біт – (контрольна сума) біт парності

Протокол програми є універсальним, оскільки програма для всіх трьох бункерів залишається однаковою, змінюються тільки коди, що входять до складу h-файлів.

В головній функції спочатку проходить ініціалізація усіх змінних викликом функції `init ()`. Далі змінна, в котрій відбувається запис інформації, отримана в приймачі, обнуляється. Змінні, що відповідають за стан кнопок прирівнюються до одиниці, тим самим кнопки знаходяться в положенні „вимкнено”. Наступною дією перевіряється флаг (біт) інформації RI – чи була наявна передача інформації контролеру по лінії каналу RxD, якщо так – отримана інформація записується з буферу об’єму в змінну S. Далі проходить аналіз отриманої інформації та порівняння її з вмістом даних h-файлу. При збігу комбінації з шістнадцятковим кодом запиту стану виконується аналіз системи. Дані сумуються в змінну K побітно, надалі відбувається підрахунок паритету і даний отриманий код відправляється по каналу TxD на пульт керування. Якщо код збігається з яким-небудь іншим відомим значенням – відкриття, або закриття засувки бункеру – виконується команда, що прописана заздалегідь [5,6].

В ході проектування було використано такі програми:

- середа програмування Multi-edit 7.0;
- компілятор Micro Series 8051 C-Compiler v 4.02 E/DOS;
- програматор AT89S PC BASED PROGRAMMER 3.0.

Для перевірки роботи МКК було створено імітатор сигналів і пристроїв накопичувального бункера. Імітатор підключений до МКК зображений на рисунку 4.

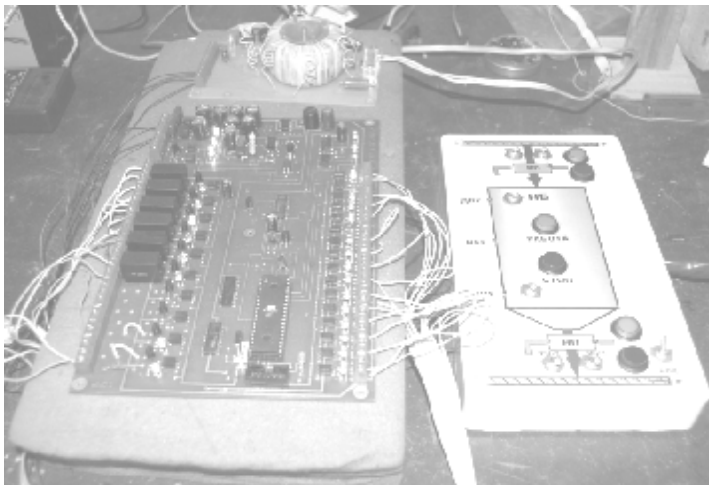


Рис. 4 – Імітатор сигналів бункеру, підключений до МКК

Панель призначена для керування технологічним процесом у РВВ при виробництві соняшникової олії.

Виконання команд керування, прийом та відображення даних про стан приводних двигунів на рівні сировини в накопичувальних бункерах здійснюється з використанням мікропроцесорних контролерів (МКК).

В системі передбачається алгоритмічний захист обладнання (послідовність вмикання – вимикання приводних двигунів транспортних елементів). Передача сигналів керування та прийом даних про стан двигунів та сенсорів рівня здійснюється по інтерфейсу ІРПС. До робочого пульта керування може бути підключений пульт дистанційної індикації з функціями відображення поточної інформації про стан приводних двигунів, рівня сировини в бункерах та інше [5,6,7].

При обліку завантаженої та вивантаженої сипучої продукції, введемо відносну одиницю виміру „бункер”, за допомогою якої можна визначити кількість маси (у тоннах), що проходить через бункер.

Із-за специфічної форми бункеру та насипу сипучого продукту, для розрахунку об’єму, розділимо його на три частини:

V1 – від верхнього отвору до лінії верхнього сенсору (форма насипу – конус);
V2 – від лінії верхнього сенсору до нижньої лінії циліндру (форма насипу – циліндр);

V_3 – від нижньої лінії циліндру до отвору нижньої засувки (форма насипу – усічений конус (кіш));

ΔV – похибка вимірювань;

h – висота бункеру – 5 м;

h_2 – відстань від нижньої лінії циліндру до нижнього датчика рівня;

R – верхній внутрішній радіус бункеру – 0,75 м;

r – нижній внутрішній радіус бункеру – 0,25 м;

α – кут насипу насіння – 30° ;

β – зовнішній кут кошу – 60° .

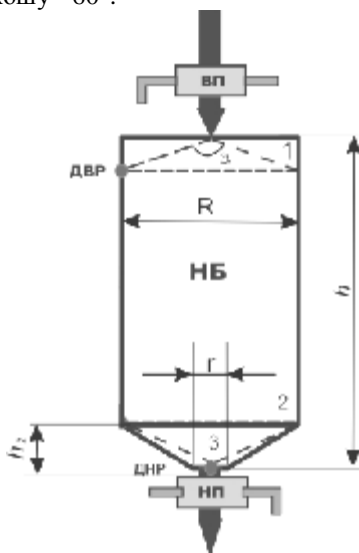


Рис. 5 – Схема насипу насіння в бункер

$$V = V_1 + V_2 + V_3 + \Delta V \quad (2)$$

$$V = \frac{1}{3} \cdot \pi \cdot R^2 \cdot [R \cdot \operatorname{tg} \alpha + (h - \frac{h - h_2}{\operatorname{tg} \beta})(r^2 + 4 + \frac{r}{R})] + \Delta V \quad (3)$$

$$V = \frac{1}{3} \cdot 3,14 \cdot 0,75^2 \cdot [0,75 \cdot \operatorname{tg} 30 + (5 - \frac{0,2}{\operatorname{tg} 60})(0,25^2 + 4 + \frac{0,25}{0,75})] = 9,66 \text{ м}^3$$

Варіація кута насипу для першої частини повного об'єму складає 5%, тоді:

$$\Delta V_1 = 0,255 \cdot 0,05 = 0,0128 \text{ м}^3$$

Похибка датчиків рівня: відомо, що область дії датчиків рівня дорівнює ± 10 мм для кожного, тоді похибка дії для верхнього датчика буде:

$$\Delta V_2 = p \cdot R^2 \cdot \Delta h \quad (4)$$

$$\Delta V_3 = p \cdot r^2 \cdot \Delta h \quad (5)$$

де ΔV_2 , ΔV_3 - об'єм похибки, який вносять датчики.

Δh - похибка дії датчика

$$\Delta V_2 = 3,14 \cdot 0,75^2 \cdot 0,01 = 0,0177 \text{ м}^3$$

$$\Delta V_3 = 3,14 \cdot 0,25^2 \cdot 0,01 = 0,0020 \text{ м}^3$$

Сумарна похибка двох датчиків складає:

$$\Delta V_{23} = 0,0177 + 0,0020 = 0,0197$$

Абсолютна сумарна похибка при довірчій імовірності $P=0,95$ складає:

$$\Delta = 1,1 \sqrt{(\Delta V_1)^2 + (\Delta V_{23})^2} \quad (6)$$

$$\Delta = 1,1 \sqrt{0,000552} = 0,0258 \text{ м}^3$$

Тоді зведена похибка:

$$\gamma = \frac{\Delta V}{V} \cdot 100\% \quad (7)$$

$$\gamma = \frac{0,0258}{8,959} \cdot 100 = 0,29\%$$

Вимірний час реакції системи (спрацювання датчиків, отримання сигналу і передача стану) не перевищує 1 сек.

Висновки: в роботі була розглянута побудова автоматичної системи керування технологічними процесами. Система представляє собою нижній рівень локального комплексу і інтегрується до комплексу верхнього рівня. В наш час проблема є досить актуальною, оскільки спектр тієї продукції, що наявна на ринку автоматики не завжди відповідає специфічним вимогам виробництва.

Список літератури: 1. ГОСТ 24.601-86.Единая система стандартов автоматизированных систем управления. Автоматизированные системы. 2. ВНТП 20м-93. Нормы технологического проектирования предприятий малой мощности по производству растительных масел из семян подсолнечника и рапса методом прессования – М.: Госпроматомнадзор, 1993 – 28 с. 3. Руководство по технологии получения и переработки растительных масел и жиров. А.Г. Сергеев. – Л.: ВНИИЖ, 1973. 4. Проектирование цифровых устройств на однокристалльных микроконтроллерах. В.В Сташин., А.В. Урусов, О.Ф. Мологонцева – 1990. 5. Методические материалы и документация по пакетам прикладных программ – С++ - М.:1986. 6. Автоматизация производственных процессов. Гаврилов П.Д., Гимельштейн Л.Я., Медведев А.Е. - М.: Недра, 1985. - 215с. 7. Информационно измерительные системы – электронный конспект лекций, С.И. Кондрашов 2009.

Стаття представлена д.т.н. проф. НТУ «ХПІ» Кондрашовим С.І.

Надійшла до редакції 07.04.2010